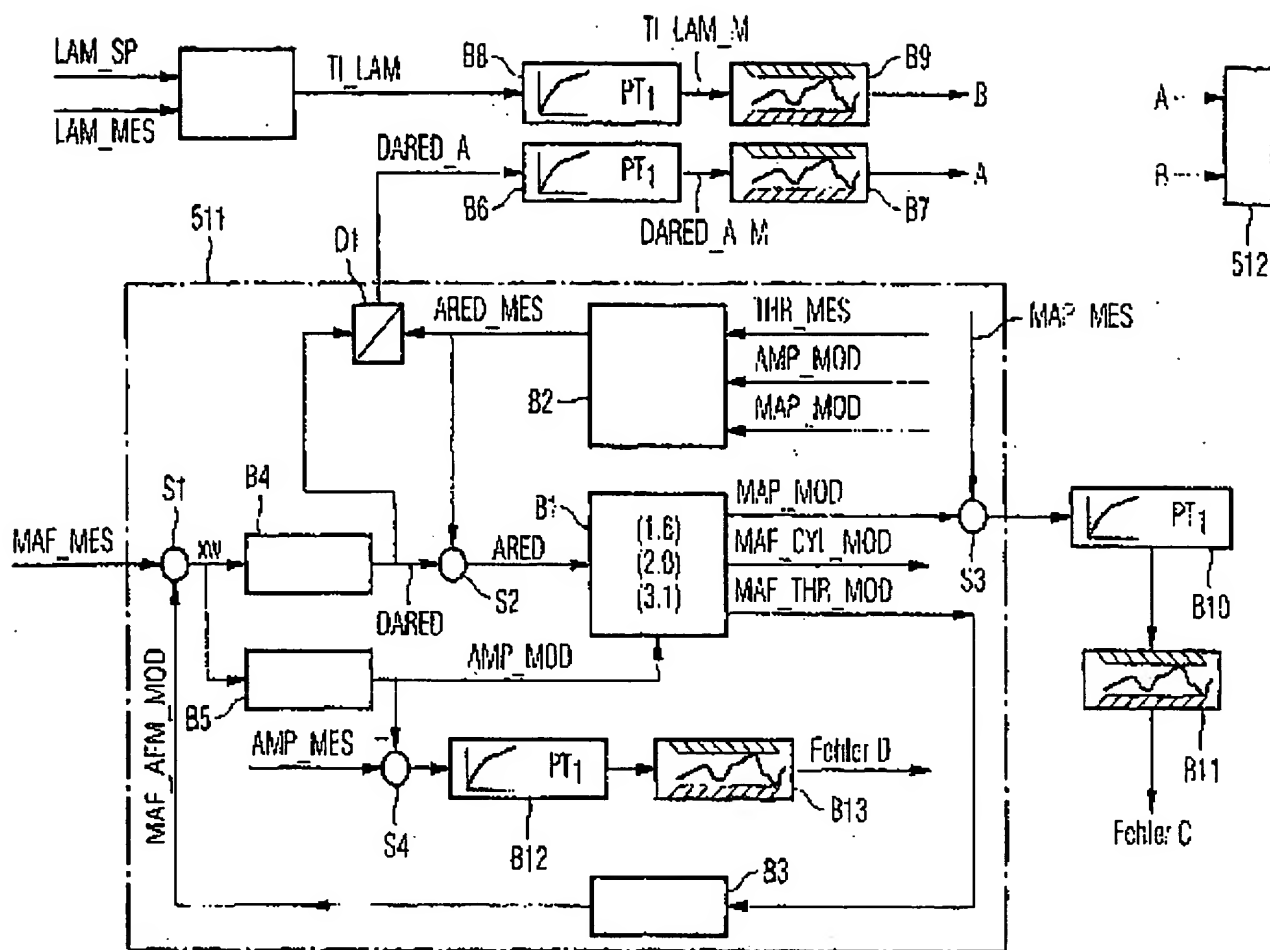


AN: PAT 1998-415202
TI: Engine sensor monitoring method comparing measured parameter value provided by sensor with estimated value to indicate sensor failure dependent on obtained difference value
PN: **DE19705766**-C1
PD: 13.08.1998
AB: The sensor monitoring method uses a calculation stage (511) to provide an estimated value for the measured parameter detected by the sensor, which is compared with the actual value of the measured parameter provided by the sensor, to indicate sensor failure as a result of this comparison. The sensor may be used to measure the quantity of air fed to the IC engine via the air intake, with the difference between the measured value and the estimated value for the air quantity compared with a threshold value, for indicating sensor failure when the threshold value is exceeded.; Reliable detection of sensor failure for preventing damage resulting from incorrect operation of engine.
PA: (SIEI) SIEMENS AG;
IN: ENGL M; ZHANG H;
FA: **DE19705766**-C1 13.08.1998; EP897464-A1 24.02.1999; WO9836163-A1 20.08.1998;
CO: AT; BE; CH; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; KR; LU; MC; NL; PT; SE; US; WO;
DN: KR; US;
DR: DE; FR; GB; AT; BE; CH; DK; ES; FI; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE;
IC: F02D-041/14; F02D-041/22; G01D-018/00; G01F-001/698; G01M-015/00;
MC: S02-C01B7C; S02-J01A; W05-D03D; W05-D07D; X22-A05D;
DC: Q52; S02; W05; X22;
FN: 1998415202.gif
PR: DE1005766 14.02.1997;
FP: 13.08.1998
UP: 24.02.1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 197 05 766 C 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 M 15/00
G 01 F 1/698
G 01 D 18/00

②1 Aktenzeichen: 197 05 766.7-52
②2 Anmeldetag: 14. 2. 97
④3 Offenlegungstag: -
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13. 8. 98

DE 197 05 766 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

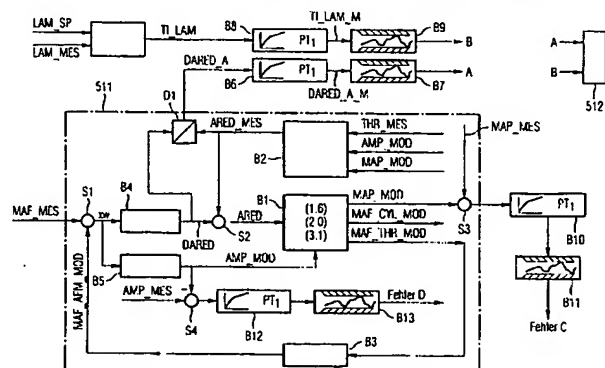
⑦2 Erfinder:
Engl, Maximilian, 93059 Regensburg, DE; Zhang,
Hong, Dr., 93057 Regensburg, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	40 16 515 C2
US	55 53 489
US	50 79 946
WO	96 32 579 A1

⑤4 Verfahren und Einrichtung zum Überwachen eines Sensors, der einer Brennkraftmaschine zugeordnet ist

⑤7 Verfahren und Einrichtung zum Überwachen eines Sensors, der einer Brennkraftmaschine zugeordnet ist. Der Sensor erfaßt eine Meßgröße und ermittelt einen Meßwert der Meßgröße. Ein Schätzwert der Meßgröße wird von einem Beobachter (511) berechnet. Es wird überprüft, ob eine erste Bedingung erfüllt ist, die von dem Meßwert und dem Schätzwert abhängt. Der Sensor wird als fehlerhaft erkannt, wenn die Bedingung erfüllt ist.



DE 197 05 766 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen eines Sensors gemäß Patentanspruch 1 und eine Einrichtung zum Überwachen des Sensors gemäß Patentanspruch 10.

- 5 Ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zum Überwachen eines Sensors sind in der US 5 079 946 beschrieben. Ein Drosselklappenstellungsgeber und ein Saugrohrdrucksensor sind der Einrichtung zugeordnet, die den Drosselklappenstellungsgeber überwacht. Der Drosselklappenstellungsgeber erfaßt den Öffnungswinkel einer Drosselklappe und ermittelt den Meßwert des Öffnungswinkels. Der Drucksensor erfaßt den Saugrohrdruck und ermittelt einen Meßwert des Saugrohrdrucks. Wenn sich die Brennkraftmaschine in einem stationären Betriebszustand befindet, wird der Meßwert des Öffnungswinkels mit einem drehzahlabhängigen Kalibrationswert verglichen. Ist der Meßwert des Öffnungswinkels größer als der Kalibrationswert, so wird überprüft, ob der Saugrohrdruck größer ist als ein fest vorgegebener Wert. Das/die bekannte Verfahren/Einrichtung ermöglicht das Überwachen des Sensors lediglich in einem stationären Betriebszustand der Brennkraftmaschine. Darüber hinaus ist der Kalibrationswert und der Wert des Saugrohrdrucks unter vorgegebenen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine ermittelt. Weichen die Betriebsbedingungen jedoch stark von den vorgegebenen Betriebsbedingungen ab, so ist ein genaues und sicheres Überwachen des Sensors nicht mehr gewährleistet.

15 Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Überwachen eines Sensors anzugeben, das/die genau und zuverlässig ist.

- Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1 und 10 gelöst. Das Verfahren gemäß Patentanspruch 1 zeichnet sich dadurch aus, daß überprüft wird, ob eine erste Bedingung erfüllt ist, die von einem Meßwert und von einem Schätzwert einer Meßgröße abhängt. Der Meßwert wird von einem Sensor ermittelt. Der Schätzwert wird von einem Beobachter berechnet. Der Sensor wird dann als fehlerhaft erkannt, wenn die Bedingung erfüllt ist. Der Beobachter umfaßt ein physikalisches Modell eines Ansaugtraktes der Brennkraftmaschine, das vorzugsweise derart adaptiert wird, daß Abweichungen des Modells von der physikalischen Realität minimiert werden. So wird der Schätzwert der Meßgröße unabhängig von den aktuellen Betriebsbedingungen sehr präzise berechnet. Damit ist eine genaue und zuverlässige Überwachung des Sensors möglich.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren hat darüber hinaus den Vorteil, daß das Überwachen sowohl in einem stationären Betriebszustand als auch in einem instationären Betriebszustand zuverlässig erfolgt.

- In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird zusätzlich ein weiterer Sensor überwacht. Dazu wird geprüft, ob ein Meßwert einer weiteren Meßgröße eine vorgegebene zweite Bedingung erfüllt. Die weitere Meßgröße kann von dem weiteren Sensor erfaßt werden. Sie kann aber auch von einem dritten Sensor erfaßt werden.

30 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und den Ausführungsbeispielen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- 35 **Fig. 1** eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung zum Steuern der Brennkraftmaschine,
Fig. 2 ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
Fig. 3 das Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform der Erfindung und
Fig. 4 das Blockschaltbild einer dritten Ausführungsform der Erfindung,
Fig. 5 eine Tabelle.

- 40 Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Eine Brennkraftmaschine (**Fig. 1**) umfaßt einen Ansaugtrakt **1**, in dem eine Drosselklappe **10** angeordnet ist, und einen Motorblock **2**, der einen Zylinder **20** und eine Kurbelwelle **24** aufweist. Ein Kolben **21**, eine Pleuelstange **22** und eine Zündkerze **23** sind dem Zylinder **20** zugeordnet. Die Pleuelstange ist mit dem Kolben und einer Kurbelwelle **24** verbunden.

- 45 Ein Einspritzventil ist vorgesehen, daß einem Einzeleinspritzsystem zugeordnet ist und in der Nähe des Zylinders **20** am Ansaugtrakt **1** angeordnet ist. Die Brennkraftmaschine umfaßt des weiteren einen Abgastrakt **4**, in dem ein Katalysator **40** angeordnet ist.

Die Brennkraftmaschine ist in der **Fig. 1** mit einem Zylinder **20** dargestellt. Sie kann aber auch mehrere Zylinder umfassen. Das Einspritzventil kann auch einem Zentraleinspritzsystem oder einem Direkteinspritzsystem zugeordnet sein. Die Brennkraftmaschine kann auch einen nicht dargestellten Bypass zu der Drosselklappe **10** oder ein Abgasrückförsystem aufweisen.

Eine Steuereinrichtung **5** für die Brennkraftmaschine ist vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Meßgrößen erfassen und jeweils den Meßwert der Meßgröße ermitteln. Die Steuereinrichtung **5** ermittelt abhängig von mindestens einer Meßgröße ein oder mehrere Stellsignale, die jeweils ein Stellgerät steuern.

- 55 Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber **6**, der eine Pedalstellung PV des Fahrpedals **7** erfaßt, ein Drosselklappenstellungsgeber **11**, der einen Öffnungswinkel THR der Drosselklappe **10** erfaßt, ein Luftmassenmesser **12**, der einen Luftmassenstrom MAF erfaßt und/oder ein Saugrohrdrucksensor **13**, der einen Saugrohrdruck MAP erfaßt, ein Temperatursensor **14**, der eine Ansauglufttemperatur TAL erfaßt, ein Drehzahlgeber **25**, der eine Drehzahl n der Kurbelwelle **24** erfaßt und eine Sauerstoffsonde **41**, die den Restsauerstoffgehalt des Abgases erfaßt und die diesem eine Luftzahl LAM zuordnet. Je nach Ausführungsform der Erfindung können eine beliebige Untermenge der genannten Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

Betriebsgrößen umfassen die Meßgrößen und aus diesen abgeleitete Größen, wie ein Umgebungsdruck oder ein Abgasgegendruck, die über einem Kennfeldzusammenhang oder von einem Beobachter ermittelt werden, der Schätzwerte der Betriebsgrößen berechnet.

- 65 Die Steuergeräte umfassen jeweils einen Stellantrieb und ein Stellglied. Der Stellantrieb ist ein elektromotorischer Antrieb, ein elektromagnetischer Antrieb, ein mechanischer Antrieb oder ein weiterer dem Fachmann bekannter Antrieb. Die Stellglieder sind als Drosselklappe **10**, als Einspritzventil **3**, als Zündkerze **23** oder als Umschalter zwischen zwei verschiedenen Saugrohrängen ausgebildet. Auf die Stellgeräte wird im folgenden jeweils mit dem zugeordneten Stell-

glied Bezug genommen.

Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise als elektronische Motorsteuerung ausgebildet. Sie kann jedoch auch mehrere Steuergeräte umfassen, die elektrisch leitend miteinander verbunden sind, so z. B. über ein Bussystem.

Die Steuereinrichtung 5 umfaßt des weiteren eine Überwachungseinrichtung 51, die mindestens einen Sensor überwacht. Die Überwachungseinrichtung 51 ist vorzugsweise in der elektronischen Motorsteuerung angeordnet. Sie kann jedoch auch in einem separaten Steuergerät angeordnet sein.

In Fig. 2 ist das Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform der Überwachungseinrichtung 51 dargestellt. Der Beobachter 511 umfaßt den gestrichelt eingezeichneten Bereich. Ein erster Block B1 umfaßt ein physikalisches Modell des Ansaugtraktes 1 der Brennkraftmaschine. Ein derartiges Modell ist in der WO 96/32579 A1 beschrieben, deren Inhalt hiermit mit einbezogen ist. Ein Schätzwert $MAF_{d_THR_MOD}$ des Luftmassenstroms MAF an der Drosselklappe 10 wird aus der Durchflußgleichung idealer Gase durch Drosselstellen abgeleitet. Strömungsverluste, die an der Drosselklappe 10 auftreten, werden durch einen reduzierten Strömungsquerschnitt ARED berücksichtigt. So lassen sich folgende Beziehungen angeben:

$$MAF_THR_MOD = ARED \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \chi}{\chi - 1}} \cdot \sqrt{\frac{1}{RL \cdot TAL}} \cdot MAP_MOD \cdot \Psi \quad (1.0)$$

mit

$$\Psi = \sqrt{\left(\frac{MAP_MOD}{AMP_MOD}\right)^{\frac{2}{\chi}} - \left(\frac{MAP_MOD}{AMP_MOD}\right)^{\frac{\chi+1}{\chi}}} \quad (1.1)$$

für unterkritische Druckverhältnisse und

$$\Psi = \Psi_{kritisch} = \text{con} \quad (1.2)$$

für überkritische Druckverhältnisse.

χ : Adiabatenexponent

RL: allgemeine Gaskonstante

TAL: Ansauglufttemperatur

MAP_MOD: Modellwert des Saugrohrdrucks

AMP_MOD: Modellwert des Umgebungsdrucks

Ψ : Durchflußfunktion

Die Funktion Ψ kann in Abschnitte zerlegt werden, innerhalb derer sie durch eine Polygonzugapproximation ausreichend genau dargestellt werden kann. Damit gilt:

$$\Psi = DFG0_i - DFG1_i \cdot \frac{MAP_MOD}{AMP_MOD} \quad (1.3)$$

Die Werte für die Steigung DFG1 und den Offset DFG0 sind in Tabellen abhängig von dem Verhältnis des Schätzwertes MAP_MOD des Saugrohrdrucks MAP zu dem Schätzwert AMP_MOD des Umgebungsdrucks AMP abgelegt. Der Term

$$\sqrt{\frac{2\chi}{\chi-1}} \cdot \frac{1}{RL \cdot TAL} \quad (1.4)$$

wird vorzugsweise durch ein erstes Kennfeld KF1 in Abhängigkeit von der Ansauglufttemperatur TAL dargestellt.

Damit gilt:

$$\sqrt{\frac{2\chi}{\chi-1}} \cdot \frac{1}{RL \cdot TAL} = KF1(TAL) \quad (1.5)$$

So ergibt sich folgende Beziehung, aus der der Schätzwert MAF_THR_MOD des Luftmassenstroms MAF an der Drosselklappe 10 berechnet wird:

$$MAF_THR_MOD = ARED \cdot KF1(TAL) \cdot (DFG0 \cdot AMP_MOD - DFG1 \cdot MAP_MOD) \quad (1.6)$$

Der Luftmassenstrom MAF in den Zylinder 20 läßt sich analytisch nur schwer bestimmen, da er stark vom Ladungswechsel abhängt. Die Füllung des Zylinders 20 wird weitgehend durch den Saugrohrdruck MAP, die Drehzahl n und durch die Ventilüberschneidung VUE der Gaswechselventile bestimmt. Bei konstanter Drehzahl N und Ventilüberschneidung VUE ist der Luftmassenstrom in den MAF in dem Zylinder 20 direkt proportional zum Saugrohrdruck MAP. Mit einem linearen Einsatz der Form

$$\text{MAF_CYL_MOD} = \text{ETA_1} \cdot \text{MAP_MOD} + \text{ETA_0} \quad (2.0)$$

5 kann der Schätzwert MAF_CYL_MOD des Luftmassenstroms MAF in den Zylinder 20 mit guter Genauigkeit berechnet werden. Die Steigung ETA_1 und das Absolutglied ETA_0 der Beziehung (2.0) sind dabei unter Berücksichtigung aller wesentlicher Einflußfaktoren Funktionen der Drehzahl N , der Geometrie des Ansaugtraktes, der Anzahl der Zylinder 20, der Ventilüberschneidung VUE , sowie der Ansauglufttemperatur TAL . Die Abhängigkeit der Werte der Steigung ETA_1 und des Absolutgliedes ETA_0 von den genannten Größen kann dabei über stationäre Messungen ermittelt werden und in einem zweiten und einem dritten Kennfeld gespeichert werden. Mit den Gleichungen (2.0, 1.6) für den Schätzwert
 10 MAF_CYL_MOD des Luftmassenstroms MAF in den Zylinder 20 und den Schätzwert MAF_THR_MOD des Luftmassenstroms MAF an der Drosselklappe 10 ergibt sich für den Schätzwert DMAP_MOD der Druckänderung im Ansaugtrakt 1 die Beziehung

$$\text{DMAP_MOD} = \frac{\text{RL} \cdot \text{TAL}}{\text{VAT}} (\text{ARED} \cdot \text{KF1}(\text{TAL}) \cdot (\text{DFG0} \cdot \text{AMP_MOD} - \text{DFG1} \cdot \text{MAP_MOD}) -$$

$$15 \quad (\text{ETA_1} \cdot \text{MAP_MOD} - \text{ETA_0})) \quad (3.0),$$

20 wobei VAT das Volumen des Ansaugtraktes 1 ist.

Vorzugsweise wird die Differentialgleichung (3.0) mit Hilfe einer numerischen Lösungsmethode, wie z. B. der Trapezregel gelöst. Der Schätzwert MAP_MOD des Saugrohrdrucks MAP wird vorzugsweise segmentsynchron berechnet. Mit dem Index n wird jeweils der aktuelle Zeitpunkt bezeichnet, mit dem Index $n - 1$ der Zeitpunkt, der ein Segment vor dem aktuellen Zeitpunkt liegt. Mit TN wird die Zeitdauer Je eines Segments bezeichnet. Demnach ergibt sich folgende
 25 Beziehung für den Schätzwert MAP_MOD des Saugrohrdrucks MAP :

$$\text{MAP_MOD}_n = \frac{\text{MAP_MOD}_{n-1}}{\left(1 + \frac{\text{TN}}{2} \cdot \text{LM_MOD_K0} \cdot (\text{ETA_VOL1} + \text{ARED} \cdot \text{LM_MOD_K1} \cdot \text{DFG1})\right)} +$$

$$30 \quad \frac{\frac{\text{TN}}{2} (\text{DMAP_MOD}_{n-1} + \text{LM_MOD_K0} \cdot (\text{ARED} \cdot \text{LM_MOD_K1} \cdot \text{DFG0} \cdot \text{AMP_MOD} + \text{ETA_VOLO}))}{\left(1 + \frac{\text{TN}}{2} \cdot \text{LM_MOD_K0} \cdot (\text{ETA_VOL1} + \text{ARED} \cdot \text{LM_MOD_K1} \cdot \text{DFG1})\right)}$$

$$35$$

mit

$$40 \quad \text{LM_MOD_K0} = \frac{\text{RL}}{\text{VAT}} \cdot \text{TAL} \quad (3.2)$$

An den Ausgängen des ersten Blocks B1 stehen somit der Schätzwert MAP_MOD des Saugrohrdrucks MAP , der Schätzwert MAF_CYL_MOD des Luftmassenstroms in den Zylinder 20 und der Schätzwert MAF_THR_MOD des
 45 Luftmassenstroms an der Drosselklappe 10 zur Verfügung.

In einem zweiten Block B2 wird aus einem vierten Kennfeld in Abhängigkeit von dem Meßwert THR_MES des Öffnungswinkels THR der Drosselklappe 10, des Schätzwertes AMP_MOD des Umgebungsdrucks AMP und des Schätzwertes MAP_MOD des Saugrohrdrucks ein Meßwert ARED_MES des reduzierten Strömungsquerschnitts ARED ermittelt. Durch den reduzierten Strömungsquerschnitt ARED werden Strömungsverluste, die an der Drosselstelle auftreten,
 50 berücksichtigt.

Ein dritter Block B3 umfaßt ein Verhaltensmodell des Luftmassenmessers 12, das beispielsweise ein PT1-Glied sein kann. In dem dritten Block B3 wird in Abhängigkeit von dem Schätzwert MAF_THR_MOD des Luftmassenstroms an der Drosselklappe 10 ein Schätzwert MAF_AFM_MOD des Luftmassenstroms an dem Luftmassenmesser 12 berechnet.

An der ersten Summierstelle S1 wird die Differenz XW des Meßwertes MAF_MES des Luftmassenstroms und des
 55 Schätzwertes MAF_AFM_MOD des Luftmassenstroms an den Luftmassenmesser 12 gebildet.

Die Differenz XW des Meßwertes MAF_MES des Luftmassenstroms MAF und des Schätzwertes MAF_AFM_MOD des Luftmassenstroms wird als Regeldifferenz einem vierten Block B4 zugeführt, der einen Regler mit proportionalem und integralem Verhalten aufweist. Die Differenz XW wird auch einem fünften Block B5 zugeführt, der einen Regler mit integralem Verhalten aufweist. Weist das Verhältnis des Schätzwertes MAP_MOD des Saugrohrdrucks MAP und des
 60 Schätzwertes AMP_MOD des Umgebungsdrucks AMP einen Wert auf, der kleiner ist als ein vorgegebener erster Schwellenwert (z. B. $\text{MAP_MOD}/\text{AMP_MOD} < 0,9$), so ist der Regler des vierten Blocks B4 aktiv und der Regler des fünften Blocks B5 nicht aktiv. Die Ausgangsgröße des vierten Blocks B4 repräsentiert einen Korrekturwert DARED des reduzierten Strömungsquerschnitts.

Übersteigt das Verhältnis des Schätzwertes MAP_MOD des Saugrohrdrucks MAP und des Schätzwertes AMP_MOD des Umgebungsdrucks AMP den vorgegebenen ersten Schwellenwert, so erfolgt nur noch eine vernachlässigbare Drosselung durch die Drosselklappe 10 und die Differenz XW ist ein Maß für die Abweichung des Schätzwertes AMP_MOD des Saugrohrdrucks von seinem tatsächlichen Wert. Ist das Verhältnis des Schätzwertes MAP_MOD und des Schätzwertes AMP_MOD des Umgebungsdrucks AMP größer als der vorgegebene erste Schwellenwert, so ist der Regler des fünf-

ten Blocks B5 aktiv und der Regler des vierten Blocks B4 nicht aktiv. Die Ausgangsgröße des fünften Blocks B5 ist ein Schätzwert AMP_MOD des Umgebungsdrucks.

In einer einfachen Ausgestaltung der Erfindung wird ein Fehler des Luftmassenmessers 12 erkannt, wenn der Korrekturwert DARED einen vorgegebenen zweiten Schwellenwert überschreitet. Alternativ kann auch der Betrag des Korrekturwertes DARED gebildet werden und der Luftmassenmesser 12 als fehlerhaft erkannt werden, wenn der Betrag des Korrekturwertes DARED den zweiten Schwellenwert überschreitet. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird der Luftmassenmesser 12 als fehlerhaft erkannt, wenn die Differenz XW größer ist als der vorgegebene zweite Schwellenwert.

In einer komfortableren Ausführungsform der Erfindung wird der Quotient des Korrekturwertes DARED und des Meßwertes ARED_MES des reduzierten Strömungsquerschnitts an der ersten Dividierstelle D1 berechnet. Die Ausgangsgröße der ersten Dividierstelle D1 ist das erste Fehlermaß DARED_A, das einem sechsten Block B6 zugeführt wird, der ein Filter aufweist. Vorzugsweise wird im Block B6 einmal pro Segment das erste Fehlermaß DARED_A einer gleitenden Mittelwertbildung unterzogen. In einem siebten Block B7 wird dann überprüft, ob der Betrag des gemittelten ersten Fehlermaßes DARED_A_M einen vorgegebenen dritten Schwellenwert überschreitet. Ist dies der Fall, so wird ein erster Fehler A erkannt.

Einem achten Block B8 wird eine den Meßwert LAM_MES der Luftzahl LAM repräsentierende Größe zugeführt. Vorzugsweise ist dies ein Einspritzzeitkorrekturfaktor TI_LAM. Der Einspritzzeitkorrekturfaktor TI_LAM wird in dem achten Block B8 vorzugsweise einer gleitenden Mittelwertbildung unterzogen und in einem neunten Block B9 wird geprüft, ob der gemittelte Einspritzzeitkorrekturfaktor TI_LAM_M einen vorgegebenen vierten Schwellenwert überschreitet. Ist dies der Fall, so wird ein zweiter Fehler B erkannt.

In einer Auswerteeinheit 512 wird dann überprüft, ob der erste und der zweite Fehler A, B erkannt sind. Ist dies der Fall, so wird der Luftmassenmesser 12 als fehlerhaft erkannt. Ist hingegen nur der zweite Fehler B erkannt, so wird der Drosselklappenstellungsgeber 11 als fehlerhaft erkannt.

Fig. 3 zeigt das Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. In einem Block B3' ist ein Verhaltensmodell des Saugrohrdrucksensors 13 abgelegt. Der Saugrohrdrucksensor 13 weist in guter Näherung ein PT1 Verhalten auf. Die Ausgangsgröße des Blocks B3' ist der Schätzwert MAP_MPS_MOD des Saugrohrdrucks am Saugrohrdrucksensor 13. Die Differenz XW wird in diesem Ausführungsbeispiel aus dem Meßwert MAP_MES und dem Schätzwert MAP_MPS_MOD des Saugrohrdrucks an dem Saugrohrdrucksensor 13 gebildet.

In der Auswerteeinheit 512 wird überprüft, ob der Fehler A und der Fehler B erkannt sind. Ist dies der Fall, so wird der Saugrohrdrucksensor 13 als fehlerhaft erkannt ist der Fehler A erkannt, der zweite Fehler B jedoch nicht, so wird der Drosselklappenstellungsgeber 11 als fehlerhaft erkannt.

In einer dritten Ausführungsform (Fig. 4) der Erfindung sind der Brennkraftmaschine sowohl ein Luftmassenmesser 12 als auch ein Saugrohrdrucksensor 13 zugeordnet. An einer dritten Summierstelle S3 wird die Differenz des Meßwertes MAP_MES und des Schätzwertes MAP_MOD des Saugrohrdrucks gebildet, die ein zweites Fehlermaß repräsentiert, und einem zehnten Block B10 zugeführt. In dem zehnten Block B10 wird das dritte Fehlermaß vorzugsweise einer gleitenden Mittelwertbildung unterzogen. In einem Block B11 wird ein dritter Fehler C erkannt, falls das gemittelte dritte Fehlermaß einen vorgegebenen fünften Schwellenwert überschreitet. Alternativ wird der dritte Fehler C erkannt, wenn der Betrag des zweiten Fehlermaßes den vorgegebenen fünften Schwellenwert überschreitet. In der Auswerteeinheit wird dann überprüft welche Fehler A, B, C erkannt sind. Ist nur der 3. Fehler C erkannt, so wird der Saugrohrdrucksensor 13 als fehlerhaft erkannt. Die Erkennung eines fehlerhaften Luftmassenmessers oder eines fehlerhaften Drosselklappenstellungsgebers erfolgt analog zur Fig. 2.

In einer besonders komfortablen Ausführungsform der Erfindung ist der Brennkraftmaschine ein Umgebungsdrucksensor 14 zugeordnet, der den Umgebungsdruck erfaßt und den Meßwert AMP_MES des Umgebungsdrucks ermittelt. In einer vierten Summierstelle S4 wird die Differenz des Meßwertes AMP_MES und des Schätzwertes AMP_MOD des Saugrohrdrucks ermittelt, die ein drittes Fehlermaß repräsentiert. In einem zwölften Block B12 wird das vierte Fehlermaß vorzugsweise einer gleitenden Mittelwertbildung unterzogen. In einem dreizehnten Block B13 wird überprüft, ob das Fehlermaß oder der Betrag des Fehlermaßes einen vorgegebenen sechsten Schwellenwert überschreitet. Ist dies der Fall, so wird ein vierter Fehler D erkannt. In der Auswerteeinheit wird überprüft, ob nur der Fehler D erkannt ist. Ist dies der Fall, so wird der Umgebungsdrucksensor als fehlerhaft erkannt.

Vorzugsweise ist der Auswerteeinheit 512 eine Tabelle (Fig. 5) zugeordnet aus der abhängig von den Fehlern A, B, C, D ermittelbar ist welcher Sensor fehlerhaft ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die Einrichtung zeichnen sich besonders dadurch aus, daß die Schätzwerte, die von dem Beobachter 511 ermittelt werden, sowohl zum Plausibilisieren der Sensoren, als auch zum exakten Ermitteln einer Einspritzzeit und Einspritzdauer für das Einspritzventil 23 – sowohl im stationären als auch im instationären Betrieb der Brennkraftmaschine – vorteilhaft einsetzbar sind.

Die Erfindung ist nicht auf die hier dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen eines Sensors, der einer Brennkraftmaschine zugeordnet ist, der eine Meßgröße erfaßt und der einen Meßwert der Meßgröße ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Schätzwert der Meßgröße von einem Beobachter (511) berechnet wird,
 - daß überprüft wird, ob eine erste Bedingung erfüllt ist, die von dem Meßwert und dem Schätzwert abhängt, und
 - daß der Sensor als fehlerhaft erkannt wird, wenn die Bedingung erfüllt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - daß gleichzeitig ein weiterer Sensor überwacht wird,
 - daß geprüft wird, ob ein Meßwert einer weiteren Meßgröße eine vorgegebene zweite Bedingung erfüllt,

- daß der Sensor als fehlerhaft erkannt wird, wenn die erste und die zweite Bedingung erfüllt sind, und
 - daß der weitere Sensor als fehlerhaft erkannt wird, wenn die erste Bedingung erfüllt ist und die zweite Bedingung nicht erfüllt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor als ein Luftmassenmesser (12) ausgebildet ist, dessen Meßgröße ein Luftmassenstrom in dem Ansaugtrakt (1) der Brennkraftmaschine ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz des Meßwertes (MAF_MES) und des Schätzwertes (MAF_AFM_MOD) des Luftmassenstroms gebildet wird, und daß der Luftmassenmesser (12) als fehlerhaft erkannt wird, wenn der Betrag der Differenz größer ist als ein Schwellenwert.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz des Meßwertes (MAF_MES) und des Schätzwertes (MAF_AFM_MOD) des Luftmassenstroms einem Regler zugeführt wird, der einen Korrekturwert (DARED) eines reduzierten Strömungsquerschnitts (ARED) an der Drosselklappe (10) berechnet, und daß der Luftmassenmesser (12) als fehlerhaft erkannt wird, wenn der Betrag des Korrekturwertes (DARED) größer ist als der zweite Schwellenwert.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
- daß der Sensor als ein Luftmassenmesser (12) ausgebildet ist, dessen Meßgröße ein Luftmassenstrom in dem Ansaugtrakt (1) der Brennkraftmaschine ist,
 - daß der weitere Sensor als Drosselklappenstellungsgeber (11) ausgebildet ist, der den Öffnungswinkel einer Drosselklappe (10) erfaßt und den Meßwert (THR_MES) des Öffnungswinkels (THR) ermittelt,
 - daß der Meßwert (ARED_MES) des reduzierten Strömungsquerschnitts abhängig von dem Meßwert (THR_MES) des Öffnungswinkels ermittelt wird,
 - daß die Differenz des Meßwertes (MAF_MES) und des Schätzwertes (MAF_AFM_MOD) des Luftmassenstroms einem Regler zugeführt wird, der einen Korrekturwert (DARED) des reduzierten Strömungsquerschnitts an der Drosselklappe (10) berechnet,
 - daß das Verhältnis des Korrekturwertes (DARED) und des Meßwertes (ARED_MES) des reduzierten Strömungsquerschnitts (ARED_MES) gebildet wird,
 - daß ein erster Fehler (A) erkannt wird, wenn der Betrag des Verhältnisses größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert,
 - daß eine Luftzahl (LAM) von einer Sauerstoffsonde erfaßt wird,
 - daß ein zweiter Fehler (B) erkannt wird, wenn der Meßwert (LAM_MES) der Luftzahl mehr als ein vorgegebener Schwellenwert von dem Sollwert der Luftzahl abweicht,
 - daß der Luftmassenmesser (12) als fehlerhaft erkannt wird, wenn sowohl der erste als auch der zweite Fehler (A, B) erkannt sind, und
 - daß der Drosselklappenstellungsgeber (11) als fehlerhaft erkannt wird, wenn nur der erste Fehler (A) erkannt ist.
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor als ein Saugrohrdrucksensor (13) ausgebildet ist, dessen Meßgröße ein Saugrohrdruck (MAP) in dem Ansaugtrakt (1) der Brennkraftmaschine ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
- daß der weitere Sensor als Drosselklappenstellungsgeber (11) ausgebildet ist, der den Öffnungswinkel einer Drosselklappe (10) erfaßt und den Meßwert (THR_MES) des Öffnungswinkels ermittelt,
 - daß der Meßwert (ARED_MES) des reduzierten Strömungsquerschnitts abhängig von dem Meßwert (THR_MES) des Öffnungswinkels ermittelt wird,
 - daß die Differenz des Meßwertes (MAP_MES) und des Schätzwertes (MAP_MOD) des Saugrohrdrucks einem Regler zugeführt wird, der einen Korrekturwert (DARED) des reduzierten Strömungsquerschnitts an der Drosselklappe (10) berechnet,
 - daß das Verhältnis des Korrekturwertes (DARED) und des Meßwertes (ARED_MES) des reduzierten Strömungsquerschnitts gebildet wird,
 - daß der erste Fehler (A) erkannt wird, wenn der Betrag des Verhältnisses größer ist als der vorgegebene Schwellenwert,
 - daß eine Luftzahl (LAM) von einer Sauerstoffsonde (41) erfaßt wird,
 - daß der zweite Fehler (B) erkannt wird, wenn der Meßwert (LAM_MES) der Luftzahl mehr als der vorgegebene Schwellenwert (SW4) von dem Sollwert (LAM_SP) der Luftzahl (LAM) abweicht,
 - daß der Saugrohrdrucksensor (13) als fehlerhaft erkannt wird, wenn sowohl der erste als auch der zweite Fehler (A, B) erkannt sind, und
 - daß der Drosselklappenstellungsgeber (11) als fehlerhaft erkannt wird, wenn nur der erste Fehler (A) erkannt ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor als ein Umgebungsdrucksensor (14) ausgebildet ist, dessen Meßgröße ein Umgebungsdruck ist.
10. Einrichtung zum Überwachen eines Sensors, der einer Brennkraftmaschine zugeordnet ist, der eine Meßgröße erfaßt und der einen Meßwert der Meßgröße ermittelt, dadurch gekennzeichnet,
- daß ein Beobachter (511) vorgesehen ist, der einen Schätzwert der Meßgröße berechnet,
 - daß sie erste Mittel aufweist, die überprüfen, ob eine erste Bedingung erfüllt ist, die von dem Meßwert und dem Schätzwert abhängt, und
 - daß sie zweite Mittel aufweist, die den Sensor als fehlerhaft erkennen, wenn die Bedingung erfüllt ist.

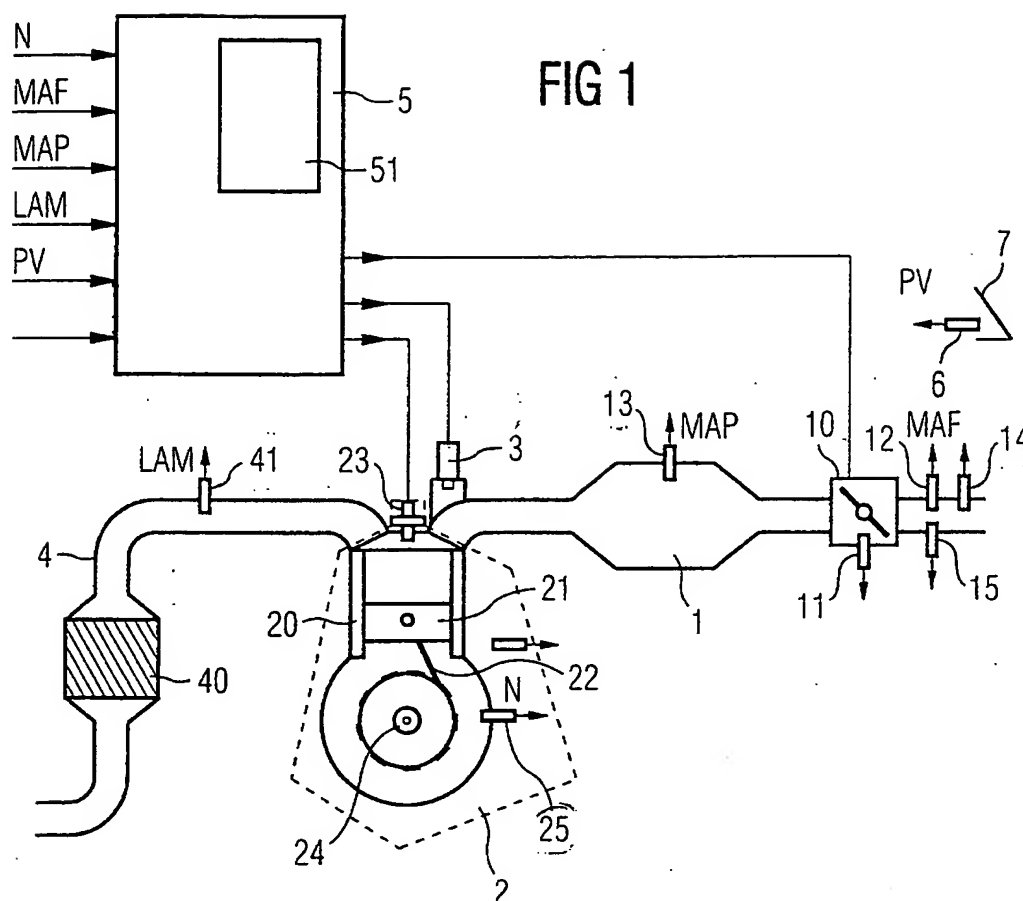


FIG 5

A	X	0	0	0	X	0	0
B	0	X	0	0	X	X	X
C	0	0	X	0	0	0	X
D	0	0	0	X	0	X	0
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
F1:	fehlerhafter Drosselklappenstellungsfehler						
F2:	fehlerhaftes Einspritzsystem						
F3:	fehlerhafter Saugrohrdrucksensor						
F4:	fehlerhafter Umgebungsdrucksensor						
F5:	fehlerhafter Luftmassenmesser						
F8:	fehlerhaftes Einspritzsystem						
F9:	Leckage stromabwärts der Drosselklappe						

FIG 2

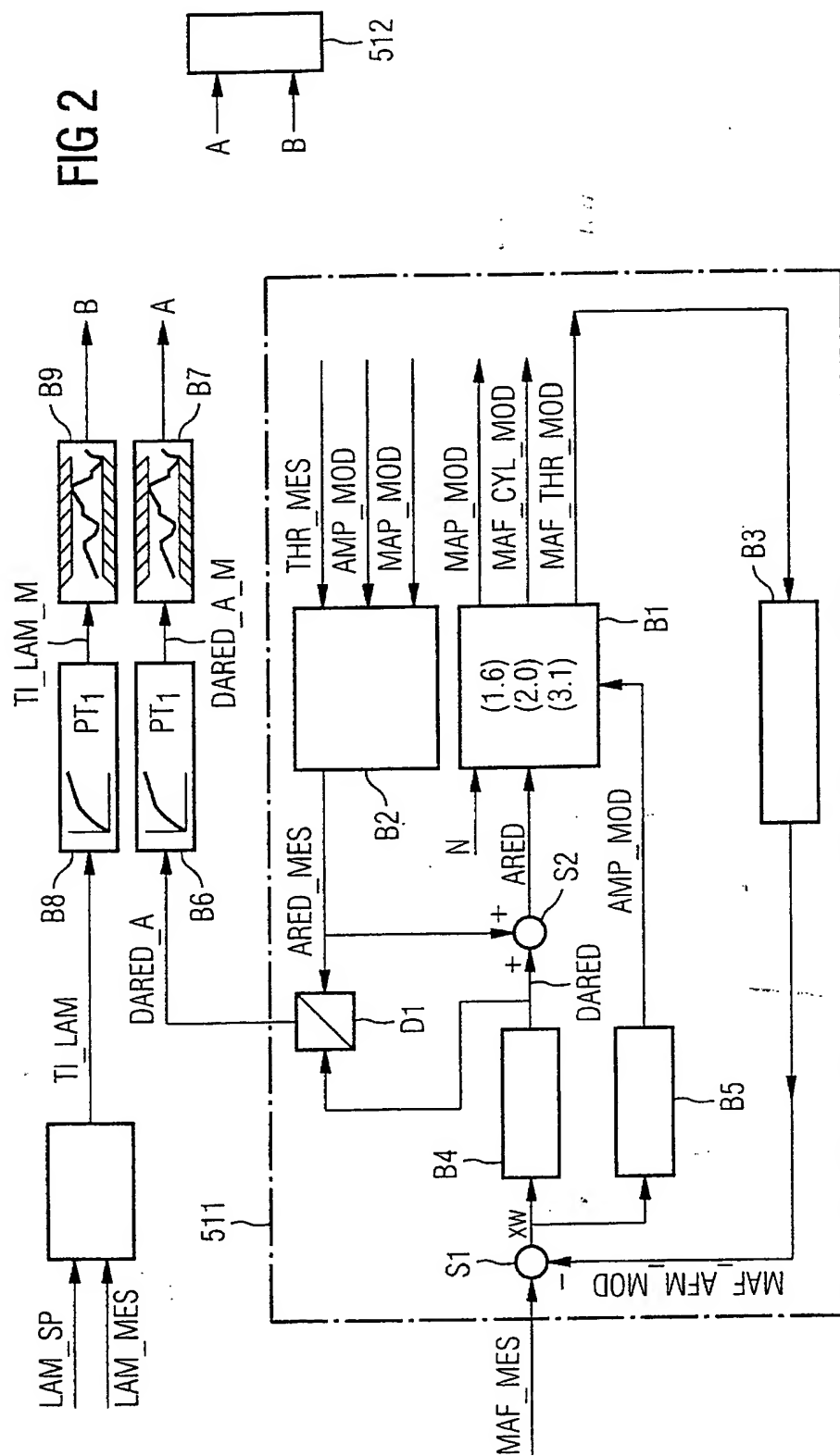


FIG 3

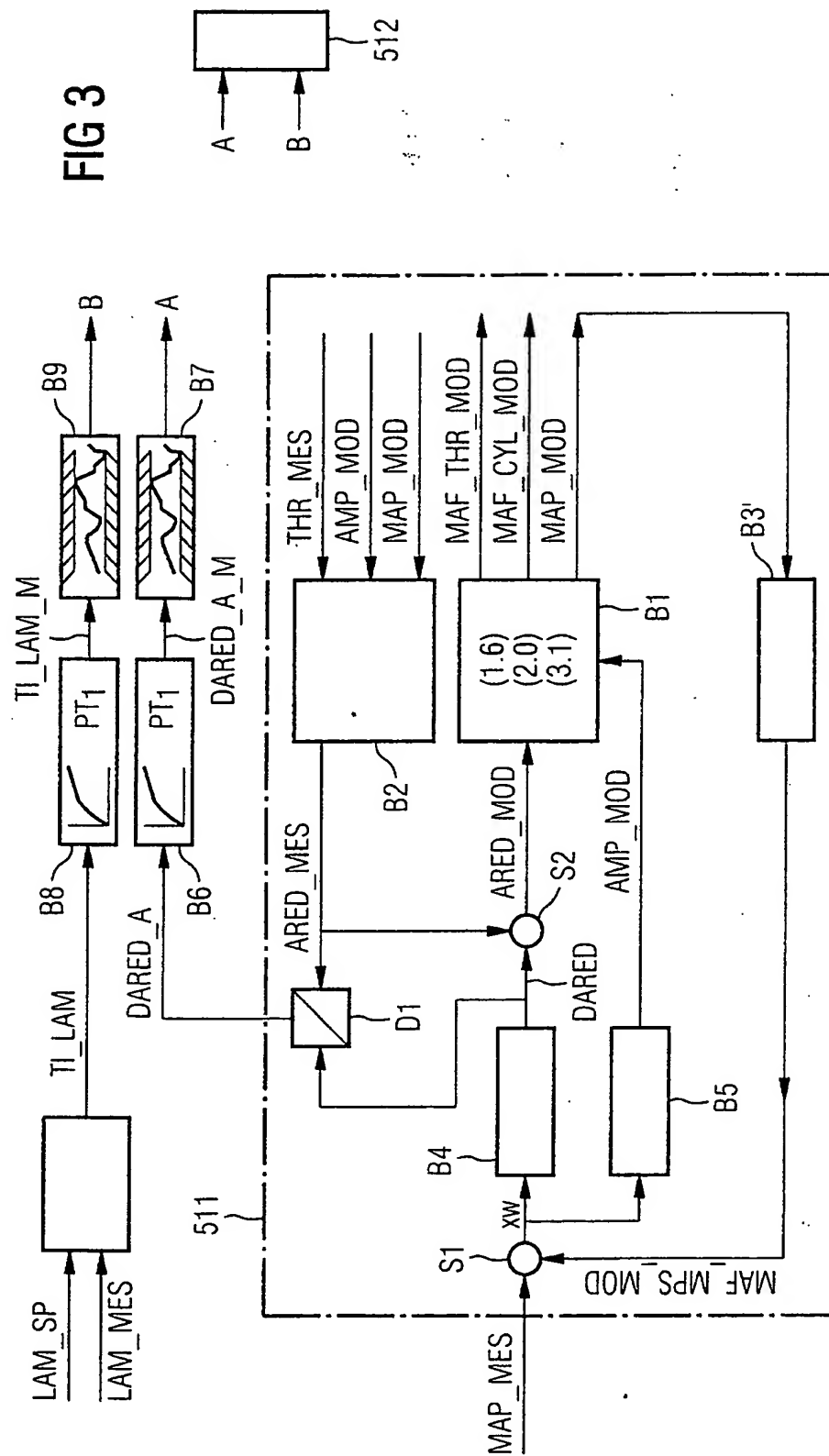
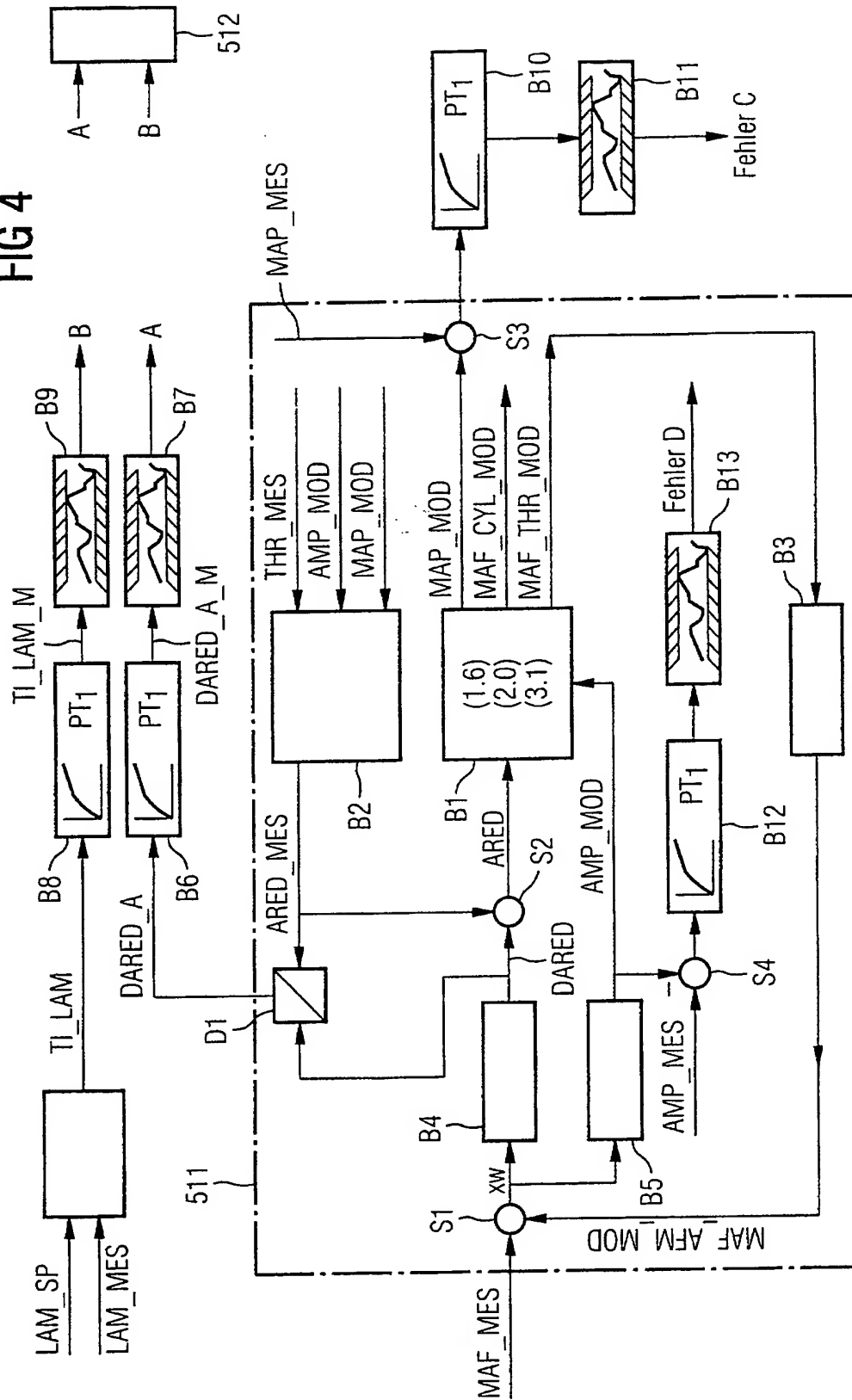


FIG 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)